

技术分享：UWB-AOA汽车数字钥匙与雷达

来源：朱芳仪 发布时间：2025-11-11 09:27:08

本文整理自全迹科技CEO都延星先生在SAECC 2025 汽车数字钥匙论坛的演讲PPT，意在用通俗易懂的语言向大家分享UWB-AOA方案在汽车领域的价值应用。如需授权转载请联系我们，未经授权传播、洗稿等行为全迹科技将追究法律责任。

全迹科技成立于2016年，成立近10年来只专注做UWB定位这一件事。早些年市场上还没有UWB汽车数字钥匙的需求，我们主要把UWB定位应用于工业制造等领域，对人员、物资、车辆做亚米级精准定位。三一重工、富士康、京东、都是我们的客户，我们还服务了北京冬奥会，收到科技冬奥领导小组（科技部代章）发来的感谢信。后来我们尝试把工业领域的多年经验应用在汽车上。全迹在全球首创了汽车UWB-AOA少锚点数字钥匙与雷达方案，可显著降低成本。

汽车数字钥匙最早是NFC卡片钥匙，后来出现了蓝牙钥匙，基于RSSI信号强度定位，因为精度不高存在罚站、乒乓等体验问题；而且因为安全性不足，在欧美市场也不太被认可。当前最新一代的数字钥匙技术，我们认为主要有：UWB、蓝牙6（CS）、星闪（SLE）这三种。这三种技术的定位精度相对于传统蓝牙5的钥匙都有明显提升，极大程度改善了罚站和乒乓的问题。同时安全性也很好，可以防止黑客中继攻击。但是这三种新技术也都存在缺点，除了各自的特点外，有一个共性的缺点是当前手机的支持度都不够高。

我这里重点介绍下UWB技术。UWB超宽带物理特性比较独特，总结如下：

**总结**



推荐 少锚点UWB-AOA数字钥匙与雷达 新方案
(1) 单车2个UWB-AOA主力定位锚点（UWB手机的体验最好）
(2) 搭配（至少1个）蓝牙5/6/星闪芯片（其它手机也保底可用）

可支持：
(1) 全球市场可用的UWB数字钥匙
(2) 儿童存在检测雷达
(3) 低成本、高体验、高兼容

**东梦汽车网**
DONGMENGQICHEWANG

目前没有完美的方案，UWB-AOA技术可以显著降低传统UWB数字钥匙成本，并保持高功耗不变

超精确：UWB是目前各种无线电定位技术中精度最高的。



超可靠：UWB的超窄脉冲赋予了更好的抗多径与抗电磁干扰能力。

超安全：基于TOF飞线时间测距可以抵抗黑客中继攻击。



超实时：UWB的定位和传输时延显著优于蓝牙、星闪SLE等其它技术。

超全能：UWB是唯一可以同时支持定位+雷达+通信的技术，蓝牙和星闪SLE都不具备雷达的能力。

超兼容：IOS/安卓/鸿蒙都支持UWB技术，IOS支持度是最高的，安卓也在快速增加。

超稀缺：UWB拥有非常珍贵的大带宽频谱资源，赋予该技术很多独特优势和相当长的生命力。

当前UWB钥匙上车的体验如何呢？首先优点是定位精度最高（体验一致性好、车内外识别也可以做的很准）；可复用为儿童检测雷达、脚踢雷达、哨兵雷达等功能，买一赠多；可兼容全球市场，因为欧美市场的手机终端和安全性的特点，UWB钥匙比较被认可。当然UWB钥匙也有很多缺点，最主要是单车成本高，UWB芯片价格相对贵，所以多锚点UWB方案成本显著高于蓝牙、星闪等技术。其次UWB钥匙的功耗较大，更换纽扣电池的时间可能较频繁。还有UWB手机的支持度还不够高，苹果几乎都支持了，安卓和鸿蒙还不够多，但目前安卓增长

很快，小米这两年发布的多款新手机都已经开始支持UWB了。最后就是当人和车距离较远且人体严重遮挡UWB信号时，可能会有部分性能下降，但这个可以结合蓝牙粗定位与最新的4ab协议做很大的改善。我们公司推荐新方案：少锚点UWB-AOA数字钥匙与雷达，可以同时解决成本和功耗2个大问题。

传统UWB定位技术主要采用三角定位原理，每个UWB锚点只有TOF测距能力，多个锚点分别测量到UWB手机的距离，然后以距离为半径画圆，3个不同圆的交点就是UWB钥匙的位置。AOA是一个专业术语，Angle of Arrival到达角度的意思。UWB-AOA锚点拆开能看到由很多天线组成的天线阵列，通过天线阵列的相位差，我们不仅可以像传统锚点一样测量TOF距离，还可以测量UWB信号从哪个方向发过来的。知道了方向+距离，单个锚点就可以实现精准定位。原理比较简单，但是实现起来非常困难，难点在天线阵列和算法的设计，全迹在18年申请专利开始做，到现在已经做了7年。

左图是现有UWB数字钥匙的方案，每辆车需要安装5或6个UWB的锚点设备，成本比较高。因为现有UWB技术主要采用三角定位原理，UWB钥匙需要与多个不同位置的UWB锚点做TOF测距，然后通过画圆求交点的方法来计算钥匙的位置。因为车身会遮挡UWB信号，为了保证人在车的任何区域都能看到至少3个锚点，所以车辆保险杠4个角各部署1个，车内再部署1到2个，整体成本很高。而全迹行业首创把UWB-AOA锚点放在车辆内顶棚，让信号从玻璃里穿透出去覆盖到车外，定位算法要处理好A/B/C柱、车门和车身对UWB信号的遮挡影响，这样最少仅需1个新型锚点即可实现对UWB钥匙的360°定位；如果全车放2个UWB-AOA锚点可以让系统工作更加稳定。

这个方案最大的优势就是显著降低成本。每个UWB-AOA锚点上只有1颗UWB芯片，天线是我们自己设计的PCB天线没有额外的成本。成本比传统多锚点方案便宜一半；线束、连接器和组装成本也降低了；功耗方面，不仅是车端锚点数量少功耗得到降低，主要是UWB fob钥匙的功耗得到了显著降低。因为每次定位时，UWB钥匙只需要与车上仅有的1~2个锚点分别测距一次即可实现定位，而传统方案UWB钥匙需要与车上全部5~6个锚点分别测距一次才能实现定位，UWB工作时间越短越省电，所以该方案UWB钥匙功耗也能降低一半以上。还有个反直觉的点，有的客户实测认为全迹的2锚点方案比他们现有量产车采用的6锚点的抗人体和车辆遮挡的稳定性要明显更好。我们分析一个原因是因为多锚点方案需要同时看到车上不同位置的3个锚点，很容易因为车身、立柱、人体等各类遮挡挡住某个方向，造成定位卡顿；而UWB-AOA锚点任意看到一个就能精准定位。此外，多锚点方案的车外4个锚点安装在保险杠上，比较低矮，很容易被相邻停放的车辆挡住；而UWB-AOA锚点安装在车内顶棚，还可以透过旁边车辆的车窗玻璃传输的更远。再加上全迹持续7年对UWB-AOA的研究，过往丰富的处理工业UWB定位环境中大量金属遮挡的算法经验，让全迹2锚点的用户体验效果相比传统多锚点并不逊色，甚至部分指标还有超出。传统方案只能用在高端高配车型上，全迹UWB-AOA少锚点方案成本更低、达到蓝牙钥匙价位，可以让更多主流车型享受到这项新技术。

UWB锚点除了做钥匙定位，还可以兼做儿童存在检测（CPD）雷达，这是为了防止粗心的父母不小心把孩子遗留在车内。目前欧洲ENCAP、中国CNCAP都已经开始给新车测试这项功能，如果拥有该功能的话安全得分就会更高。全迹与Tier1合作已经在某国际头部品牌车型成功量产CPD雷达，是全行业最早一批量产的车型。CPD雷达量产最困难的是在保证全车座椅和脚坑覆盖的同时，要避免外溢和车内其它物品晃动引起的误报。UWB CPD雷达相比毫米波雷达成本更低，且可与UWB数字钥匙锚点复用，相当于是买一赠一的功能。

UWB还可以用于脚踢尾箱雷达。全迹的UWB脚踢雷达产品可以支持踢腿和扫腿，几乎达到100%成功率；宠物从后保下方跑过、人贴着车尾徘徊、充电线从后保下甩过、下雨等场景都不会有误报。全迹与Tier1配合已经获得了某国际车型的量产定点，明年年初量产。

全迹的UWB-AOA车内两锚点还可以兼做哨兵监测雷达。当车辆落锁人员远离后，UWB哨兵雷达自动启动，可探测到车辆周边区域的活动人员、物体或车辆，再触发摄像头启动记录。UWB哨兵雷达的功耗相比通常摄像头哨兵雷达方案的功耗可以忽略不计，车主可以放心开一整夜。

两个锚点装在车的内顶棚左右对称中轴线上，前锚点推荐装在内后视镜支架附近，也可以装在阅读灯、天窗开关附近；后锚点在后排头顶后方。

为这个产品我们起了响亮的名称，全迹ONE系列。ONE正好是One Node Entry单锚点进入的缩写。我们提供多种带算法的UWB模组和成品给不同的合作伙伴。ONE1000模块集成了UWB芯片、天线阵列、定位算法，需要搭配客户自研的MCU和蓝牙底板运行我们提供的算法库，组成完整的UWB定位与雷达锚点。

我们的方案可与CCC、ICCE等数字钥匙标准兼容，因为车上的UWB-AOA锚点是在UWB钥匙的一次标准TOF测距过程同时，自动获取到UWB钥匙的角度的。天线阵列在车端锚点上，对钥匙的硬件设计没有特殊要求。我们公司参与了国内ICCE数字钥匙标准的制订，也有署名。我们成功打通了iPhone与多种安卓UWB手机的定位。

苹果认可全迹的UWB-AOA少锚点技术方案，最新的Carkey测试模板已经增添了UWB-AOA测试选项，感兴趣的主机厂可以联系苹果索取。

我们来对比下UWB与多种不同的技术：UWB-AOA拥有最高的定位精度，非常准的车内外识别，不用担心把手机锁在车内；拥有较多的存量手机和未来新手机的支持度；最少的锚点数量和相应低廉的BOM成本；唯一可复用为UWB雷达，相当于可免费获得NCAP得分；国际市场对UWB钥匙的认可度最高可以直接出海。补充再说下蓝牙6（CS），蓝牙6的数字钥匙标准尚未确定，按目前我们获得的信息，苹果不一定能把蓝牙6的钥匙放到苹果钱包，而是让蓝牙6补充和增强UWB钥匙的性能。所以现在基于独立的蓝牙6做数字钥匙还是存在将来放不进苹果钱包的风险。

因为手机的支持度不同，国内车厂目前青睐采用多模定位。左边两个图是常见的蓝牙RSSI方案。中间是常见的UWB多锚点方案。右边是我们公司建议的少锚点UWB-AOA方案。如果想要比较好的蓝牙解闭锁体验，就用右二的方案。想要更好的性价比，就用右一。从最左边的蓝牙钥匙，升级到最右边的UWB钥匙，还可以去掉原车的PEPS高低频天线，总体成本并没有提升，同时新增了仓内儿童检测雷达的功能。图里蓝色芯片还可以换成同时支持蓝牙5/蓝牙6或星闪的多模芯片。

最后做个总结，我们推荐少锚点的UWB-AOA数字钥匙与雷达方案。用单车2个UWB-AOA锚点作为主力定位锚点，对存量 and 未来都越来越多的UWB手机提供最佳定位效果。同时搭载至少1颗蓝牙5/6/星闪芯片，让没有UWB的其它手机也都能实现基础的数字钥匙功能。这样用最低成本可以支持全球市场可用的UWB钥匙，附加儿童存在检测雷达。全迹UWB-AOA技术可以显著降低传统UWB数字钥匙的成本，并保持多功能不变。

HTML版本： [技术分享：UWB-AOA汽车数字钥匙与雷达](#)